**Влияние модификации мембраны Нафион поликатионом в водно-спиртовых растворах на ионную проводимость**

**Бугеря А.А., Захарова Ю.А.**

*Студент, 6 курса специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*E–mail:* [*bugerya.alexei@yandex.ru*](mailto:bugerya.alexei@yandex.ru)

Протонпроводящие мембраны, в частности, Нафион, представляют собой широкий класс полимерных мембран, нашедших широкое применение в самых разных областях – от систем очистки воды и сенсоров, до проточных аккумуляторов и топливных элементов. Основным недостатком Нафион является относительно невысокая селективность по отношению к различным катионам. Повышение ионной селективности является проблемой, так как для практического использования, как правило, требуется максимальная протонная проводимость, а транспорт всех катионов через мембрану происходит по одним и тем же транспортным каналам [1].

В данной работе повышение ионной селективности мембран Нафион, определяемое по отношению протонной проводимости (*σ*) к проницаемости ионов ванадила (*Р*), было достигнуто путем модификации мембран поликатионом – полидиметилдиаллиламмоний хлоридом (ПДАДМАХ). Отличительной особенностью данного подхода является проведение модификации мембран в набухшем состоянии в присутствии изопропилового спирта (ИПС). Как было показано ранее, такой подход позволяет повысить селективность мембран на несколько порядков при одновременном снижении протонной проводимости в 2-3 раза [2].

В работе детально изучено влияние концентрации солей щелочных металлов в модифицирующих растворах на ионную селективность полученных мембран. Установлено, что влияние солей на проницаемость модифицированных мембран по отношению к ионам ванадила является неоднозначным и зависит как от природы противоиона, так и от исходной концентрации спирта в системе. Показано, что свойства модифицированных мембран не определяются только степенью набухания мембран на стадии модификации, т.к. при одной и той же степени набухания величина *Р* меняется в пределах 4 порядков. В то же время протонная проводимость модифицированных мембран возрастает при введении солей во всех случаях, независимо от характера противоиона и концентрации спирта или соли в модифицирующем растворе.

Установлено, что во всех случаях степень модификации мембран является крайне низкой и находится ниже пределов обнаружения классическими физико-химическими методами. Наличие ПДАДМАХ на поверхности мембран подтверждено с помощью окрашивания мембран раствором Брэдфорд.

Предложен механизм модификации мембран Нафион в присутствии ИПС и солей. Выдвинуто предположение, что принципиально разное влияние солей на свойства модифицированных мембран может быть обусловлено различной локализацией полимера внутри/вблизи поверхности мембраны, что, в свою очередь, может быть связано с изменением селективности сорбции воды и спирта из смешанных растворителей при смене противоиона [3].

**Литература**

[1] J. Wu, Q. Dai, H. Zhang and X. Li. The Recent Development on Composite Membranes for Flow Batteries // ChemSusChem.2020.Vol.13.P.3805-3819.

[2] J.A.Zakharova, M.F.Zansokhova, E.A.Karpushkin, V.G.Sergeyev. Significant improving H+/VO2+ permselectivity of Nafion membrane by modification with PDDA in aqueous isopropanol // Mendeleev Commun.2021.Vol.31.P.839-841.

[3] I.Cabasso, Z.-Z. Liu, T. Makenzie. The permselectivity of ion-exchange membranes for non-electrolyte liquid mixtures. II the effect of counterions (separation of alcohol/water mixtures with Nafion membranes). // J. Membr. Sci. 1986.V.28. P.109-122.